



ESCLEROFILIA FOLIAR E O SEU EFEITO NA HERBIVORIA

E.C.S. Almeida

N.L.Silva¹; R.A.S.Santos; K.S.Q.Dantas; M. Fagundes

Universidade Estadual de Montes Claros, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Biologia da Conservação, Av. Ruy Braga S/N, Vila Mauricéia, Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro, Montes Claros, MG, Brasil: elainerural@gmail.com

INTRODUÇÃO

A esclerofilia pode ser caracterizada por módulos de plantas com abundante tecido mecânico, paredes celulares mais grossas e rígidas, epiderme com várias camadas de células, alta resistência à dissecação e longa persistência no tempo (Salleo e Nardini 2000).

Atualmente, existem três hipóteses básicas que procuram explicar a origem da esclerofilia nos ambientes: I) as características esclerófilas é uma resposta ao déficit hídrico sazonal (Oearteli *et al.*, 1990); II) a dureza das plantas é consequência de solos com baixa fertilidade natural (Medina e Francisco 1994) e III) a esclerofilia surgiu como um tipo de defesa das plantas contra herbívoros (Turner 1994). Contudo, esta última hipótese não necessariamente exclui as duas primeiras (Edward *et al.*, 2000).

Assim, o ataque por insetos herbívoros de vida livre pode ser influenciado negativamente pelos altos índices de esclerofilia foliar, devido à redução na digestibilidade e ao baixo valor energético dos tecidos esclerófilos (Turner 1994; Ribeiro 2003). A esclerofilia interfere na alimentação dos insetos mastigadores, dificultando tanto o corte como a ingestão da lâmina foliar (Fernandes e Price 1991). Os insetos sugadores também são afetados pelas características esclerófilas da planta porque dificulta a inserção da probóscide no tecido da planta. Além disso, a dureza foliar é usualmente associada com baixos teores nutricionais, reduzindo o desempenho do sugador (Turner 1994).

Na vegetação do cerrado os níveis de dureza foliar são marcadamente altos devido ao estresse higrótérmico e nutricional do solo, além da alta incidência luminosa neste ambiente (Marques *et al.*, 1999). Apesar das florestas estacionais decíduais (mata seca) também serem um ambiente estressado higrótérmicamente, elas tendem a apresentar - se menos esclerófilas em relação ao cerrado. A copa da floresta seca é menos afetada pelo sol (Ribeiro e Walter 2001) comparado com as copas descontínuas do cerrado. Além disso, esclerofilia é uma característica diretamente associada com o aumento do período de vida das folhas e a mata seca perde a maioria das suas folhas na estação seca a cada ano (Scar-

iot e Servilha 2005). Já a mata ciliar, por possuir maior disponibilidade de recursos hídricos e incidência luminosa moderada, apresenta menores taxas de esclerofilia (Oearteli *et al.*, 1990).

Estudos das características dos ambientes com importância biológica, assim como a influência destes fatores sobre a diversidade local se fazem cada vez mais importantes, a fim de que sejam descritos padrões ecológicos, o que favorecerão nas tomadas de decisões quanto a conservação dos recursos naturais.

OBJETIVOS

Este estudo objetivou responder as seguintes perguntas: 1 - Os ambientes mais estressados higrótérmicamente (cerrado e mata seca) apresentam maiores índices de esclerofilia? 2 - Existe uma relação inversa entre esclerofilia foliar e ataque dos insetos herbívoros de vida livre?

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Refúgio da Vida Silvestre inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pan-deiros, no município de Januária, norte de Minas Gerais (15° 30' 26.2" S, 44° 45' 21.3" W). O Refúgio possui uma área de 6.102 ha e um clima do tipo semi - árido com estação seca e chuvosa bem definida, sendo as chuvas concentradas entre os meses de novembro a janeiro (IGA 2006).

Na área de estudo foram selecionadas três formações vegetais: cerrado, mata seca e mata ciliar. Na estação seca de 2008 foram feitas quinze parcelas (10 x 10 metros) em cada uma das formações vegetais. Todas as plantas inseridas nas parcelas com CAP (circunferência altura do peito) igual ou superior a 10 cm foram amostradas.

Para a mensuração indireta da esclerofilia foliar foi usada a massa específica da folha (SLM), que é obtida dividindo o peso seco da folha por sua área (Gonçalves - Alvim *et al.*, 2006). Para este fim, foram coletadas, aleatoriamente, trinta folhas de cada árvore, as quais foram amostradas e

encaminhadas ao laboratório, onde foram totalmente expandidas e fotografadas. As imagens foram utilizadas para calcular a área removida pelos insetos herbívoros e a área total de cada folha, usando o software ImageJ (Rasband 2006). Em seguida, estas mesmas folhas foram secas a 45 °C por 125 horas e posteriormente pesadas em balança digital (0,00001g).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando a média das variáveis por planta. A média de SLM foi expressa em g/m^{-2} e o dano foliar em porcentagem. Foi feita análise de variância construída através dos modelos lineares generalizados (GLM) para avaliar se SLM e área foliar removida variavam entre os ambientes. Quando os resultados foram significativos foram realizadas análises de contraste para agrupar os habitats não significativos.

Para saber se a esclerofilia influenciava na área foliar removida (herbivoria) foi feita uma análise de regressão múltipla.

RESULTADOS

Foram amostrados 455 indivíduos arbóreos, sendo que 136 foram do cerrado, 128 da mata seca e 191 da mata ciliar.

A esclerofilia foliar variou entre os ambientes. A vegetação do cerrado foi a que apresentou maior esclerofilia ($114,7 \pm 0,76 g/m^{-2}$), seguido por mata ciliar ($96,8 \pm 0,45 g/m^{-2}$) e depois mata seca ($73,2 \pm 0,69 g/m^2$).

A área foliar perdida também diferiu entre os ambientes amostrados, sendo que o cerrado e mata seca, que foram iguais, apresentaram maiores injúrias que a mata ciliar. Contudo, a esclerofilia foliar medida através da SLM não afetou a herbivoria.

No ambiente estudado, não foi encontrada nenhuma relação entre diversidade de insetos herbívoros de vida livre (área perdida) e a esclerofilia foliar. Assim, os dados apresentados indicam que a presença da esclerofilia no ambiente está relacionada a uma resposta às condições ambientais e não como barreira contra a ação de insetos herbívoros.

O cerrado apresentou maiores índices de esclerofilia, corroborando com a hipótese proposta que previa maior dureza nos ambientes mais estressados higrótermicamente. (Price *et al.*, 1998; Fernandes e Price 1992; Neves *et al.*, 2009).

O cerrado recebe alta incidência luminosa (Marques *et al.*, 1999), permitindo alta capacidade fotossintética, entretanto, possui poucos nutrientes disponíveis no solo tais como os minerais N, P, K e Ca. Assim, o carbono excedente da fotossíntese é utilizado na produção de metabólitos secundários estruturais, como compostos fenólicos e taninos, o que resultaria em plantas com características esclerófilas (Bryant *et al.*, 1903; Coley *et al.*, 1985). A incidência luminosa na mata seca é reduzida comparada com o cerrado devido às árvores neste local serem altas e com copas mais compactadas (Nascimento *et al.*, 2004), o que pode influenciar inversamente na esclerofilia. Entretanto, a mata ciliar apresentou SLM maior que a mata seca, contrariando os estudos (Fernandes e Price 1991; 1992).

A esclerofilia está diretamente relacionada à disponibilidade nutricional do ambiente (Bryant *et al.*, 1903) deste modo é possível que a mata ciliar apresenta solos mais pobres que a mata seca e por isso se apresenta mais esclerófila. Janzen

(1974) sugere que o processo de lixiviação pelos rios em período de fortes tempestades poderia igualar a mata ciliar aos ambientes xéricos quanto aos teores nutricionais do solo. Por outro lado, a esclerofilia está fortemente relacionada à durabilidade da folha (Rizzini 1979). Assim, é possível que os reduzidos níveis de SLM da mata seca tenha relação com a perda de suas folhas na estação seca. Além disso, a ciclagem das folhas permite que estas sejam reutilizadas no ambiente, garantindo um solo mais rico em nutrientes e consequentemente baixos níveis de esclerofilia.

Os ambientes que apresentaram maiores índices de área perdida foram o cerrado e mata seca, contrariando a hipótese testada que prediz maior herbivoria em plantas menos esclerófilas. É provável que a barreira física imposta pela esclerofilia seja resolvida com a sincronização do ciclo de vida dos herbívoros com a época em que ocorre a maior disponibilidade de folhas novas no ambiente.

A falta de padrão dos resultados apresentados pode ser explicada pela similaridade destes ambientes, os quais estão submetidos ao mesmo regime climático e à mesma altitude. Estudos mais detalhados, inclusive a níveis regionais, se fazem necessários para entender as interações ecológicas do norte de Minas Gerais e definir o papel da esclerofilia foliar, principalmente em áreas onde esta é uma característica marcante.

CONCLUSÃO

A esclerofilia não influencia nas taxas de herbivoria nos ambientes de cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre da APA de Pandeiros. A esclerofilia foliar é uma resposta às condições ambientais desta região

REFERÊNCIAS

- Bryant, J. P.; Chapin, F. S.; Klein, D. R. 1903. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40: 357 - 368.1.
- Coley, P. D.; Bryant, J. P.; Chapin, F. S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895 - 899.
- Coley, P. D.; Aide, T. M. 1991. A comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. See Ref, 173: 25 - 49
- Edwards, C.; Reads, J.; Sanson, G. 2000. Characterizing sclerophylly: Some mechanical properties of leaves from heath and forest. *Oecologia* 123: 158 - 167.
- Fernandes, G. W.; Price, P. W. 1991. Comparisons of tropical and temperate galling species richness: the role of environmental harshness and atplant nutrient status. In Price, P. W.; Lewinsohn, T. M.; Fernandes, G. W.; Benson, W. W. *Plant animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate region*. P 91 - 115. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Goncalves - Alvim, S. J.; Korndorf, G.; Fernandes, G. W. 2006. Sclerophylly in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): Influence of herbivory, mineral nutrients, and water status. *Plant Ecology* 187: 153 - 162

- IEF - Instituto Estadual de Florestas 2000. Parecer técnico para a criação do Parque Estadual da Mata Seca. Relatório Técnico, Belo Horizonte - MG.
- IGA - Instituto de Geociências Aplicadas - Governo do estado de Minas Gerais. Área de proteção ambiental no estado de Minas Gerais. Demarcação e estudos para o pré - zoneamento ecológico: Apa Bacia do Rio Pandeiros. Relatório técnico. Belo Horizonte, 271pp.
- Janzen D. H. 1974. Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica* 6: 69 - 103.
- Marques, A. R.; Garcia, Q. S.; Fernanades, G. W. 1999. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophyllly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*. 18: 21 - 27.
- Medina, E.; Francisco, M. 1994. Photosynthesis and water relations of savanna tree species differing in leaf phenology. *Tre Physiology*, 14: 1367 - 1381.
- Nascimento, R. T. N.; Felfili, J. M.; Meirelles M. A. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v. 18, p. 650
- Neves, F. S.; Lucimar, A. S.; Espirito - Santo, M. M.; Fagundes, M. *et al.*, 2009. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest - savana transition in Brazil. *Biotropica*.
- Oearteli, J. J.; Lips, S. H.; Agami, M. 1990. The strength of sclerophyllous cells to resist collapse due to negative turgor pressure. *Acta Ecologica* 11: 281 - 289.
- Oliveira, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. (ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa. p. 169 - 192
- Price, P. W.; Fernandes, G. W.; Lara, A. C. *et al.*, 1998. Global patterns in local number of insect galling species. *Jornal Biogeography*, 25: 581 - 591.
- Rasband, W. S. 2006. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij>.
- Ribeiro, S. P. 2003. Insect herbivores in the canopies of savannas and rainforests. In: Basset, Y. *et al.*, (eds) *Arthropods of tropical forests: spatio - temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University Press pp. 348 - 359.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 2001. As matas de galerias no contexto do bioma cerrado. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, c. e. I.; Souza - Silva, J. C. (Ed.). *Cerrado: Caracterização e recuperação de matas de galerias*. Planaltina, Embrapa, p. 2947.
- Rizzini, C. T. 1979. *Tratados de fitogeografia do Brasil: Aspéctos sociológicos e florísticos*. Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Salleo, S.; Nardini, A. 2000. Sclerophyllly; an evolutionary advantage or mere epiphenomenon? *Plant Biosystematics* 134: 247 - 270.
- Sano, S. M.; Almeida, S. P. 1998. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa, p. 556.
- Scariot, A.; Sevilha, A. C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais deciduais no cerrado, in: Scariot, A., Felfili, J. M.
- Turner, I. 2004 *Sclerophyllly: Primary protective? Functional Ecology* 8: 669 - 675.
- Tabela 1.1 - Análise de variância avaliando os efeitos do ambiente nas variáveis respostas: SLM, % de área perdida, abundância de galhas e riqueza de galhas.
- Variável Resposta Fonte de variação GL Soma dos quadrados F P
- SLM Habitat 2 3,9899 9,5291 0,000127
- Área perdida Habitat 2 133,403 13,3581 0,000005
- Abundância de galhas habitat 2 15888,4 1,40706 0,248054
- Riqueza de galhas habitat 2 0,98323 1,5009 0,226229
- Tabela 1.2 - Análise de contrastes indicando os modelos mínimos adequados para avaliar os efeitos do ambiente nas variáveis respostas: SLM e área perdida.
- Variável Resposta Fonte de Variação GL Soma dos Quadrados F P
- SLM CE x MS 1 3,98955 19,05647 0,000023
- SLM CE x MC 1 0,82351 3,933565 0,045145
- SLM MS x MC 1 1,33918 6,396715 0,012459
- Área perdida CE x MS 1 0,3900 0,078095 0,780279
- Área perdida CE x MC 1 110,5042 22,13038 0,00001
- Área perdida MS x MC 1 82,9529 16,61273 0,000074
- Área perdida MC x (CE+MS) 1 130,7717 26,18929 0,00001